

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 1 novembre 1959, n. 1363

Approvazione del regolamento per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta.

Vigente al: 2-10-2020

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Visto il decreto reale 1 ottobre 1931, n. 1370, col quale fu

approvato il regolamento per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta;

Visto il decreto reale 11 dicembre 1933, n. 1775, col quale fu

approvato il testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici;

Ritenuta l'opportunità, nei riguardi tecnici e ai fini della

miglior tutela dell'incolumità pubblica, di modificare le norme contenute nel predetto regolamento;

Sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici;

Udito il Consiglio di Stato;

Sentito il Consiglio dei Ministri

Sulla proposta del Ministro per i lavori pubblici, di concerto con

il Ministro per la difesa;

Decreta:

Art. 1.

E' approvato l'unito regolamento, vistato dal Ministro per i lavori

pubblici, per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta.

Art. 2.

Il predetto regolamento sostituisce, a tutti gli effetti di legge,

quello approvato con regio decreto 1 ottobre 1931, n. 1370.

Il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sarà inserito nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti della Repubblica italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 1 novembre 1959

GRONCHI

SEGNI - TOGNI - ANDREOTTI

Visto, il Guardasigilli: GONELLA

Registrato alla Corte dei conti, addì 5 marzo 1960

Atti del Governo, registro n. 125, foglio n. 12. - VILLA

PARTE PRIMA

Norme generali per la progettazione, costruzione ed esercizio

CAPITOLO I

PROGETTI

Regolamento per la progettazione, costruzione ed esercizio degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)

PREMESSA. - Il presente regolamento si applica a tutti gli sbarramenti (dighe o traverse) la cui altezza, ai sensi dell'art. 21, superi i 10 metri ed a quelli di minore altezza che determinino un vaso superiore ai 100.000 m. La Presidenza della competente Sezione del Consiglio superiore dei lavori pubblici potrà tuttavia consentirne una applicazione parziale per i casi di minore importanza.

Per gli sbarramenti non soggetti al presente regolamento, l'ufficio del Genio civile competente deciderà caso per caso, e in relazione alle caratteristiche dello sbarramento, quali delle norme seguenti siano da applicare.

L'autorità militare dovrà essere in tutti i casi interessata per il rilascio del nulla osta alla realizzazione dell'opera.

Art. 1.

Progetto di massima

I progetti di massima allegati alle domande di derivazione d'acqua devono essere redatti, per la parte riguardante le opere di sbarramento, in base a rilievo diretto, topografico e geologico, della zona d'imposta dell'opera, ed a rilievo diretto, ma anche sommario, del territorio interessato dall'invaso, e devono essere corredati da una relazione geognostica preliminare.

Una copia di detti progetti e' trasmessa dall'ufficio del Genio civile al Servizio dighe il quale esprime in merito il proprio parere, comunicandolo all'ufficio stesso, perche' venga allegato agli atti di istruttoria della domanda di derivazione.

Copia del progetto di massima e' trasmessa, a cura dell'ufficio del Genio civile, anche alla autorita' militare competente per territorio per le eventuali prescrizioni di pertinenza.

## Art. 2.

### Progetto esecutivo

Il progetto esecutivo dello sbarramento deve essere firmato in tutti i suoi allegati dall'ingegnere progettista e dal richiedente la concessione o concessionario della derivazione ed essere corredato dai seguenti allegati:

- a) relazione tecnica generale con giustificazione del tipo dello sbarramento adottato e con richiamo delle eventuali varianti rispetto al progetto di massima;
- b) relazione geognostica definitiva e dettagliata con i risultati delle indagini e delle prove eseguite. Tale relazione, redatta da persona di riconosciuta competenza in materia, deve, in ogni caso, contenere gli elementi oggettivi raccolti sulla idoneita' della sede dello sbarramento, sulla tenuta del serbatoio e sulla stabilita' dei pendii e delle opere interessate dall'invaso, considerate anche le eventuali caratteristiche sismiche della zona;
- c) relazione idraulica che indichi come e' stata stabilita la portata di massima piena prevedibile ed i provvedimenti per lo smaltimento di essa, tanto in fase di costruzione che di esercizio;
- d) relazione particolareggiata sulle caratteristiche e sulla provenienza dei materiali nonche' sulle malte, conglomerati ed altri impasti che si prevede di impiegare per la costruzione dello sbarramento, con i risultati delle prove preliminari effettuate presso istituti specializzati;
- e) relazione sulle prove compiute sul terreno di fondazione;
- f) calcoli di stabilita' e di resistenza, relazione illustrativa delle eventuali prove statiche su modello;
- g) piano degli apparecchi da installare per il controllo del comportamento dello sbarramento durante la costruzione e l'esercizio;
- h) corografia in scala non inferiore a 1: 100.000 con indicazione del bacino Imbrifero tributario del serbatoio e del territorio a valle in quanto interessato dal serbatoio stesso;
- i) planimetria di rilievo diretto del serbatoio a curve di livello in scala non inferiore a 1: 5.000;

l) planimetria, riferita a sicuri caposaldi, della zona di imposta in scala 1: 500 oppure 1: 200, a seconda delle caratteristiche dell'opera, con rappresentazione di questa e di quelle sussidiarie (per lo scarico delle piene, per il vuotamento del serbatoio, per la presa, per la deviazione provvisoria del corso d'acqua durante la costruzione); disegni esecutivi, in scale opportune, dei prospetti, delle sezioni trasversali, longitudinali e, ove occorra, orizzontali dello sbarramento e disegni delle opere accessorie, così da fornire un quadro completo dello sbarramento stesso e delle sue parti, compresi i cunicoli di ispezione, i drenaggi ed i giunti; disegni dei meccanismi di manovra degli scarichi.

Per gli sbarramenti di minore importanza può essere omissivo, a giudizio dell'ufficio del Genio civile competente, qualcuno dei documenti prescritti.

La relazione tecnica generale indicherà come sarà provveduto per il comodo e sicuro accesso all'opera, sia durante la costruzione, sia durante l'esercizio, così da consentirne la facile ispezione in ogni sua parte, avuto presente che per serbatoi di particolare importanza sarà in massima necessaria una rotabile di conveniente larghezza.

La relazione stessa specificherà altresì come sia previsto di provvedere durante l'esercizio alla vigilanza dell'opera e ad avvertire, in tempo utile e con ogni sicurezza, gli abitanti della vallata sottostante in caso di pericolo o qualora si presenti la necessità di svaso immediato del serbatoio.

### Art. 3.

#### Massima piena e organi di scarico

La relazione idraulica dovrà giustificare il valore assunto per la portata della massima piena prevedibile, ai fini del dimensionamento degli organi di scarico, avuto presente che lo smaltimento delle piene dovrà essere affidato in misura prevalente agli scarichi di superficie i quali saranno preferibilmente disposti fuori del corpo dello sbarramento.

Sarà ammessa l'adozione del tipo tracimabile quando non siano da temere erosioni al piede dello sbarramento, o siano state previste disposizioni atte a prevenirle. Sarà opportuno che la rispondenza di tali disposizioni sia stata controllata da prove su modello.

La manovra degli organi di intercettazione degli scarichi dovrà essere effettuabile sia direttamente in posto, sia a distanza, e mediante almeno due fonti indipendenti di energia, oltre che a mano.

Nel caso di serbatoi di notevole importanza, dovrà essere dimostrata la possibilità di attuarne il rapido svaso nell'eventualità di pericolo o di richiesta dell'autorità militare, con l'adozione, se necessario, di scarichi di alleggerimento; dovrà a tale fine essere allegato il diagramma orario di svuotamento con i calcoli relativi.

### Art. 4.

#### Verifiche statiche

I calcoli di stabilita' e resistenza saranno chiaramente esposti riproducendo integralmente, fino alle formule finali, il metodo adottato, qualora questo non sia di comune dominio, e l'applicazione numerica di esso allo sbarramento progettato.

Saranno pure dettagliatamente esposti modalita' e risultati delle eventuali prove statiche su modello, prove che sara' sempre consigliabile di effettuare nel caso di sbarramenti di notevole importanza o di tipo non comune, da condurre di concerto col Servizio dighe.

#### Art. 5

##### Approvazione del progetto esecutivo

Il progetto esecutivo deve essere presentato in originale in bollo e tre copie al competente ufficio del Genio civile, il quale accerta se la documentazione di esso sia conforme alle prescrizioni del presente regolamento, richiedendo, in caso contrario, il completamento degli atti, e promuove il parere del Servizio idrografico nei riguardi della portata di massima piena prevista.

Per il completamento degli atti l'ufficio del Genio civile assegna agli interessati un termine.

Il detto Ufficio trasmette una copia del progetto alla autorita' militare competente per territorio, per accertarne la rispondenza alle eventuali clausole imposte nell'interesse della difesa nazionale in pari tempo procede all'esame del progetto stesso, che trasmettera', in originale e copia, con una propria relazione e con lo schema del foglio di condizioni di cui al successivo articolo, alla Presidenza della competente Sezione del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Il Servizio dighe esegue le verifiche e gli accertamenti del caso e riferira' in merito al progetto dopo di che il progetto stesso e' sottoposto all'esame e parere della competente Sezione del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Il Servizio dighe puo' procedere direttamente all'approvazione dei progetti di sbarramenti di limitata importanza.

#### Art. 6.

##### Foglio di condizioni

Il foglio di condizioni, all'osservanza del quale e' vincolata l'esecuzione dell'opera, e' predisposto con riferimento al progetto esecutivo e contiene le norme:

- a) per l'esecuzione e la manutenzione degli accessi allo sbarramento durante la costruzione e il successivo esercizio;
- b) per la deviazione provvisoria del corso d'acqua durante i lavori di costruzione;

c) per l'esecuzione dell'opera, specificando le modalita' di costruzione, i lavori da eseguire per l'impermeabilizzazione e l'eventuale consolidamento della fondazione, le caratteristiche e le provenienze dei materiali da adoperare e le prove di controllo alle quali questi dovranno essere sottoposti durante i lavori, sia nell'eventuale laboratorio di cantiere, sia presso laboratori specializzati, con indicazione del numero e della frequenza dei saggi da prelevare sotto il controllo dell'Amministrazione;

d) per le osservazioni e misure da compiere per il controllo del comportamento dello sbarramento, con indicazione degli apparecchi dei vari tipi da disporre nella struttura e fuori di essa;

e) per la vigilanza dell'opera da parte del richiedente la concessione o concessionario, e il controllo dell'Amministrazione durante la costruzione e l'esercizio;

f) per le prestazioni relative al collaudo;

g) per il collegamento della casa dei guardiani con i centri abitati a valle e con la piu' prossima sede del richiedente la concessione o concessionario, e per le segnalazioni da fare in caso di temuto pericolo e di ordine di immediato svasso del serbatoio;

h) per gli altri provvedimenti che fossero eventualmente ritenuti necessari per la buona riuscita e la sicurezza dell'opera.

Lo schema del foglio di condizioni, approvato dalla Presidenza della competente Sezione del Consiglio superiore dei lavori pubblici, sara' restituito al Genio civile per la firma da parte del richiedente la concessione o concessionario e per il successivo perfezionamento amministrativo.

## CAPITOLO II COSTRUZIONE

### Art. 7.

#### Autorizzazione alla esecuzione dei lavori

L'esecuzione degli impianti di cantiere e degli scavi puo' essere autorizzata, dopo l'approvazione del progetto di massima, dall'ufficio competente del Genio civile, il quale ne avverte immediatamente il Servizio dighe.

L'autorizzazione alla costruzione dello sbarramento e' accordata dall'ufficio del Genio civile dopo l'approvazione del progetto esecutivo e dopo che da parte del richiedente la concessione o concessionario sia stato firmato in segno di accettazione, il foglio di condizioni nel testo definitivamente approvato ai sensi dell'articolo precedente. L'autorizzazione o subordinata all'accertamento da parte del Servizio dighe della adeguatezza e idoneita' degli scavi compiuti per l'impostazione dello sbarramento e degli impianti per il confezionamento e la posa in opera dei materiali.

### Art. 8.

## Direzione dei lavori

L'ingegnere direttore dei lavori, qualora, non sia anche progettista, deve firmare il progetto esecutivo, assumendone ogni responsabilita' per quanto riguarda le modalita' costruttive e la rispondenza dell'opera ai disegni e alle altre caratteristiche del progetto approvato. Tali obblighi, quando l'opera venga eseguita per appalto, sono estesi all'assuntore dei lavori che dovra' anche garantire la esecuzione a regola d'arte dell'opera stessa.

Il richiedente la concessione o concessionario risponde della capacita' dell'assuntore ad eseguire l'opera e della attitudine specializzata del personale addetto alla costruzione.

Per tutta la durata dei lavori deve risiedere sul posto il direttore dei lavori od un suo sostituto.

L'ufficio del Genio civile comunica al Servizio dighe i nominativi dell'ingegnere direttore dei lavori, del suo sostituto e della ditta appaltatrice.

### Art. 9.

#### Vigilanza dei lavori

Il Servizio dighe segue tutte le fasi della costruzione, ne raccoglie i dati e sorveglia i sistemi di lavoro, disponendo gli accertamenti, le verifiche e le esperienze che ritenga necessarie; tiene, inoltre, aggiornata, per ogni sbarramento, una speciale posizione che ne registri, fra l'altro, con ogni particolare, le modalita' costruttive e le verifiche eseguite durante la costruzione e l'esercizio.

Il Servizio dighe puo', durante l'esecuzione dei lavori, approvare varianti non sostanziali al progetto esecutivo o alle modalita' costruttive.

### Art. 10.

#### Prove preliminari sui materiali

I materiali da impiegare nella costruzione dello sbarramento, la roccia di imposta e i diversi tipi di malte, conglomerati e altre miscele proposti per l'impiego, dovranno essere assoggettati, prima dell'inizio dei lavori e secondo un programma concordato con il Servizio dighe, ad esperienze presso laboratori specializzati, dirette ad accertarne: il peso specifico, il modulo di elasticita', le resistenze meccaniche, la permeabilita' e le altre caratteristiche di cui fosse ritenuta utile la conoscenza.

Puo' essere inoltre richiesta l'analisi dell'acqua del serbatoio, quando se ne possa temere un'azione aggressiva sui materiali da impiegare.

I leganti utilizzati dovranno rientrare nella categoria dei cementi a termini delle vigenti "Norme per l'accettazione dei leganti idraulici", delle quali dovranno essere osservate tutte quelle prescrizioni che non siano in contrasto col presente regolamento.

I certificati delle esperienze compiute saranno inviati in originale e copia all'ufficio del Genio civile, che curera' la trasmissione degli originali al Servizio dighe.

Sulla scorta dei risultati di dette esperienze verranno definite le caratteristiche di composizione delle malte, dei conglomerati e di ogni altra miscela a da impiegare. Campioni dei materiali saranno conservati a cura dell'ufficio del Genio civile per gli eventuali controlli.

Presso il cantiere di costruzione della diga sara' impiantato, a cura del richiedente la concessione o concessionario, un laboratorio sperimentale per le prove su materiali, proporzionato all'importanza dell'opera.

#### Art. 11.

##### Assistenza governativa

Non appena iniziati i lavori di costruzione, l'ufficio del Genio civile ne da' immediato avviso al Servizio dighe comunicando il nome dell'ingegnere dell'ufficio stesso incaricato di accertare l'osservanza del presente regolamento e delle prescrizioni del foglio di condizioni. Questo ingegnere effettuera' periodicamente visite ai lavori, redigendo per ogni visita un rapporto, del quale sara' trasmessa copia al Servizio dighe.

Un assistente governativo, preferibilmente ingegnere, nominato dall'ufficio del Genio civile provvedera' al controllo dei materiali impiegati e all'osservanza delle buone norme costruttive.

L'assistente raggiungera' il cantiere prima dell'inizio dei lavori e restera' poi permanentemente sul posto, riferendo periodicamente all'ufficio sullo svolgimento dei lavori stessi, nonche' sui risultati delle prove di cantiere. Dei suoi rapporti sara' inviata copia al Servizio dighe.

Le spese per l'assistente governativo saranno a totale carico del richiedente la concessione o concessionario.

#### Art. 12.

##### Controllo dei materiali durante la Costruzione

Per gli sbarramenti murari l'assistente governativo curera' che dagli impasti di esecuzione vengano prelevati, di regola almeno due volte la settimana, campioni delle malte e dei conglomerati, dei quali una parte verra' sottoposta alle prove indicate nel foglio di condizioni ed a quelle che successivamente risultassero necessarie, mentre l'altra sara' conservata in apposito locale per eventuali ulteriori accertamenti.

Analoghi prelevamenti saranno effettuati per gli altri tipi di sbarramento ai fini del controllo delle caratteristiche dei materiali impiegati.

Nel laboratorio di cantiere le prove saranno eseguite sotto la vigilanza dell'assistente governativo ed i loro risultati dovranno essere sempre convalidati da controlli saltuari presso istituti specializzati scelti d'accordo col Servizio



dighe.

Il prelievo, la conservazione, la spedizione e le modalita' di prova dei campioni dei materiali impiegati negli sbarramenti murari avverranno in conformita' delle vigenti Norme per l'accettazione e il collaudo dei materiali da costruzione", salvo eventuali diverse prescrizioni del foglio di condizioni.

I certificati di prova rilasciati dai laboratori specializzati saranno trasmessi dai laboratori stessi al competente ufficio del Genio civile, che a sua volta ne curera' l'invio in copia alla direzione dei lavori e in originale al Servizio dighe aggiungendo, nel caso di risultati non soddisfacenti, le proprie osservazioni e proposte.

Qualora i campioni prelevati da parti dell'opera non abbiano corrisposto alle prescrizioni e i limiti regolamentari non siano stati raggiunti nemmeno da campioni successivamente prelevati dalle stesse parti, sara' in facolta' dell'ufficio del Genio civile di ordinare la demolizione di tali parti dell'opera, dandone immediato avviso al Servizio dighe.

L'ufficio medesimo, quando accerti che l'andamento dei lavori non offra tutte le garanzie per la perfetta riuscita dell'opera, ne ordinera' la sospensione riferendone alla Presidenza della competente Sezione del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Qualora detta sospensione possa recare danni alle parti gia' realizzate o ai territori a valle, le necessarie opere di presidio, progettate dall'ufficio del Genio civile di concerto col Servizio dighe, saranno eseguite dall'ufficio medesimo a spese del richiedente la concessione o concessionario, qualora questi non accettasse di effettuarle direttamente.

#### Art. 13.

##### Autorizzazione all'invaso

Prima che lo sbarramento sia ultimato l'ufficio del Genio civile, previo nulla osta del Servizio dighe, potra', a titolo sperimentale e in via provvisoria, autorizzare invasi parziali che dovranno pero' interessare soltanto quelle parti che abbiano raggiunto una sufficiente stagionatura.

Dall'inizio dell'invaso lo sbarramento sara' permanentemente vigilato a cura del richiedente la concessione o concessionario e ne saranno attentamente seguite le manifestazioni tutte e le deformazioni effettuando le relative misure con gli strumenti all'uopo predisposti.

L'invaso delle acque fino al raggiungimento del livello di massimo vaso sara' consentito per la prima volta in occasione del collaudo.

L'ufficio del Genio civile, qualora se ne manifesti la necessita', potra' revocare in qualunque momento l'autorizzazione agli invasi, informandone il Servizio dighe.

Art. 14.

**((ARTICOLO ABROGATO DAL D.P.R. 24 MARZO 2003, N.136))**

CAPITOLO III  
ESERCIZIO

Art. 15.

Vigilanza durante l'esercizio

Approvati gli atti di collaudo lo sbarramento inizia il regolare esercizio durante il quale dovrà, a cura del richiedente la concessione o concessionario, essere continuamente vigilato con personale adatto che risiederà nelle immediate vicinanze in apposita casa di guardia collegata, in modo sicuro, telefonicamente o con impianto radio, con la rete telefonica pubblica e con la più prossima sede della ditta concessionaria.

L'ufficio del Genio civile potrà di volta in volta autorizzare la temporanea sospensione della sorveglianza nei periodi di serbatoio vuoto.

Dovranno essere assicurate comunicazioni sempre praticabili dalla casa di guardia alle cabine di manovra degli scarichi e della presa ed alle gallerie d'ispezione; queste dovranno essere pure sempre praticabili e munite di impianto di illuminazione. Apposito impianto sarà anche predisposto per l'illuminazione dei due paramenti dello sbarramento.

Art. 16.

Obblighi del richiedente la concessione o concessionario

Il richiedente la concessione o concessionario della derivazione alla quale è connesso lo sbarramento è obbligato alla completa e perfetta manutenzione dell'opera in ogni sua parte e dei relativi accessi, nonché ad assicurare la costante efficienza dei meccanismi di manovra della presa e degli scarichi.

Di questi ultimi saranno eseguite manovre di controllo alla presenza di un funzionario del competente ufficio del Genio civile ad intervalli di tempo non superiori a sei mesi.

Art. 17.

Accertamenti periodici di controllo

L'ingegnere del Genio civile incaricato della vigilanza dell'opera è tenuto a visitarla almeno due volte all'anno e possibilmente negli stati di massimo e di minimo invaso.

A cura dell'ufficio del Genio civile competente saranno inoltre eseguite periodiche visite di controllo dell'efficienza dei collegamenti telefonici e radio, nonché degli eventuali altri sistemi di segnalazione e d'allarme.

Delle risultanze di ogni visita e di ogni verifica sara' redatto apposito verbale che sara' trasmesso al Servizio dighe.

#### Art. 18.

##### Provvedimenti di urgenza

L'ufficio del Genio civile, qualora accerti manifestazioni che possano far sorgere dubbi sulla stabilita' dello sbarramento, ha facolta' di imporre al richiedente la concessione o concessionario di attuare con assoluta urgenza quei provvedimenti che nei riguardi dell'esercizio del serbatoio riconoscesse indispensabili per assicurare l'incolumita' pubblica. Sentito il Servizio dighe lo stesso ufficio richiedera' l'esecuzione delle necessarie opere di riparazione.

Il richiedente la concessione o concessionario e' tenuto ad attuare i provvedimenti ordinati d'urgenza, salva la facolta' di ricorrere al Ministero dei lavori pubblici, che dispone in via definitiva, sentita la competente Sezione del Consiglio superiore.

Il ricorso non sospende l'esecuzione dei provvedimenti ordinati d'urgenza.

#### Art. 19.

##### Osservazione e misure

A cura del richiedente la concessione o concessionario verranno eseguiti i controlli e le misure periodiche previste nel foglio di condizioni e nel progetto esecutivo approvato.

Presso la casa di guardia sara' tenuto apposito registro sul quale dovranno essere riportate:

- a) le misure di controllo, che per gli sbarramenti di maggiore importanza dovranno riguardare le deformazioni e gli spostamenti della struttura e della roccia, le temperature interne della massa muraria, le sottopressioni, e, per gli sbarramenti in materiale sciolti, gli assestamenti e i livelli piezometrici nel corpo dell'opera;
- b) le misure delle perdite attraverso l'opera, la roccia e gli organi di chiusura degli scarichi;
- c) le misure giornaliere: della temperatura (massima e minima) dell'aria della pioggia e del manto nevoso; del livello dell'acqua nel serbatoio, della temperatura dell'acqua in superficie e a cinque metri di profondita', dello spessore dello strato di ghiaccio; gli eventi meteorologici o idrologici (piene) di particolare importanza;
- d) tutte le altre misure delle quali fosse emersa la necessita';
- e) la descrizione dei lavori di manutenzione ordinaria eseguiti, l'ubicazione e le dimensioni delle eventuali lesioni che si fossero manifestate nello sbarramento e nelle sue opere accessorie ed i provvedimenti presi.

Nel registro saranno annotate di volta in volta le visite e le prescrizioni dell'ufficio del Genio civile e del Servizio dighe, e i risultati dei controlli sui meccanismi di manovra.

Alla fine di ogni mese un bollettino contenente i dati e le misure di cui sopra sarà inviato in duplice copia all'ufficio del Genio civile competente che ne trasmetterà una al Servizio dighe.

## PARTE SECONDA

Norme per il calcolo e la costruzione dei diversi tipi di sbarramento

### CAPITOLO I

#### CLASSIFICAZIONE E DEFINIZIONI

Art. 20.

#### Classificazione

Agli effetti delle norme che seguono, gli sbarramenti vengono classificati nei seguenti tipi:

#### A) Sbarramenti murari:

a) a gravita / 1) massicci;

\ 2) alleggeriti;

1) arco;

b) a volta < 2) arco-gravita';

3) cupola;

c) con pareti di ritenuta a volte o solette sostenute da contrafforti.

#### B) Sbarramenti in materiali sciolti:

a) in terra;

b) in muratura a secco;

c) in pietrame alla rinfusa (scogliera).

C) Sbarramenti di tipo vario.

D) Traverse fluviali.

## Art. 21.

### Definizioni

Altezza dello sbarramento: dislivello tra la quota del piano di coronamento e quella del punto piu' basso della superficie di fondazione, escluse eventuali sottostrutture di tenuta.

Livello di massimo invaso: quota massima cui puo' giungere l'acqua nel serbatoio per l'evento di piena eccezionale previsto.

Altezza di massima ritenuta: dislivello tra la quota di massimo invaso e quella del punto piu' depresso dell'alveo naturale in corrispondenza del paramento di monte.

Franco: dislivello tra la quota del piano di coronamento dello sbarramento e quella del massimo invaso.

## CAPITOLO II

### SBARRAMENTI MURARI

#### A) DISPOSIZIONI GENERALI

## Art. 22.

### Cemento, calcestruzzo, muratura di pietrame

Per il cemento sara' adottata la qualita' piu' adatta al tipo di sbarramento ed alle caratteristiche dell'acqua del serbatoio, tenuta presente anche l'opportunita' di limitare il calore di idratazione ed il ritiro.

La qualita' degli inerti deve rispondere alle vigenti "Norme per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato": il loro assortimento granulometrico verra' invece scelto nel modo piu' opportuno in relazione alle caratteristiche dell'opera, con dimensione massima anche superiore a quella consentita dalle norme stesse.

La composizione degli impasti e le modalita' della loro confezione e posa in opera dovranno essere tali da conferire al calcestruzzo ed alle malte adatti requisiti di compattezza di impermeabilita' e di resistenza: meccanica, all'azione del gelo, all'azione chimica dell'acqua invasata ed agli agenti atmosferici.

In sede di progetto esecutivo verra' determinato, con le norme vigenti per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice o armato, il carico di rottura a compressione a novanta giorni del calcestruzzo, confezionato con gli inerti e coi leganti che saranno adoperati, e operando su provini aventi

dimensione minima pari ad almeno tre volte quella massima dell'inerte. Il carico di sicurezza sara' assunto pari ad un quinto del carico di rottura a novanta giorni e questo non dovra' in nessun caso risultare inferiore a 150 kg/cm quadri.

Durante il corso dei lavori potranno essere presi in considerazione anche carichi di rottura relativi a periodi di maturazione piu' brevi, riportandoli pero' al valore a novanta giorni in base ad una correlazione sperimentale precedentemente determinata con apposite prove o, in mancanza di questa, fissata dal Servizio dighe.

Per quanto non sia diversamente disposto dal presente regolamento, per il calcestruzzo semplice o armato si applicano le vigenti norme per le opere di conglomerato cementizio.

Per la muratura di pietrame saranno richiesti:

- a) malte: carichi di rottura e di sicurezza come sopra prescritti per il calcestruzzo;
- b) pietrame: carichi di rottura su saggi cubici e secondo le tre direzioni, non inferiori a 1,5 volte il carico di rottura della malta.

#### Art. 23.

##### Roccia di imposta

La superficie di imposta dello sbarramento deve risultare in roccia viva, non alterata dagli agenti esterni, ne' sconnessa per effetto delle operazioni di scavo. Eventuali deficienze potranno essere tollerate qualora risultino sicuramente sanabili con appropriati provvedimenti.

Le caratteristiche della roccia, ed in particolare la sua deformabilita', devono essere indagate anche in profondita'.

L'andamento generale della superficie di imposta non deve presentare accentuate angolosita'. In ogni caso saranno escluse sul fondo pendenze notevoli verso valle.

Prima di iniziare il getto o la muratura, la superficie di imposta verra' ripulita con getti d'acqua e d'aria in pressione.

Verranno eseguite, dove necessario, iniezioni cementizie allo scopo di consolidare la roccia e per costituire uno schermo di impermeabilizzazione.

Iniezioni cementizie dovranno essere eseguite in ogni caso per la saldatura della roccia con la struttura muraria.

In prossimita' del paramento di monte, ed a valle dell'eventuale schermo di impermeabilizzazione, saranno di norma praticati nella roccia, a breve reciproca distanza, fori di drenaggio, che consentiranno anche la misura dell'eventuale portata di permeazione.

#### Art. 24.

##### Spinta idrostatica e spinta del ghiaccio

Le verifiche di stabilita' e resistenza a serbatoio pieno verranno di norma effettuate mettendo in conto la spinta idrostatica corrispondente all'altezza di massima ritenuta.

Per gli sbarramenti situati in zone dove alla superficie del serbatoio possa formarsi un campo continuo di ghiaccio con spessore superiore a 20 cm, la verifica di stabilita' sara' compiuta mettendo in conto anche la spinta dovuta al ghiaccio, che pero' si riterra' agente contemporaneamente alla spinta idrostatica corrispondente al livello di sfioro, anziche' a quello di massimo invaso. La spinta del ghiaccio si assumera' orizzontale, assegnandole il valore di 1,5 kg per ogni centimetro quadrato di proiezione verticale della superficie di contatto fra ghiaccio e paramento.

## Art. 25.

### Azioni sismiche

Nelle localita' dichiarate sismiche di prima o seconda categoria ai sensi delle leggi vigenti, la costruzione di sbarramenti murari e' consentita soltanto quando la roccia di imposta presenti caratteristiche meccaniche sufficientemente uniformi oltre ai requisiti prescritti dall'art. 23.

Nelle localita' sismiche di prima categoria gli sbarramenti saranno calcolati tenendo conto, in aggiunta alle azioni statiche del peso e dell'acqua, delle corrispondenti azioni dinamiche, le quali, in via semplificativa, potranno essere equiparate:

a) per quanto riguarda l'inerzia della struttura muraria:

- 1) per scosse sussultorie, ad un aumento e una diminuzione del peso proprio non minori del 20%;
- 2) per scosse ondulatorie, a forze orizzontali, agenti in qualunque senso non minori del 10% del peso proprio delle singole parti;

b) per quanto riguarda l'inerzia dell'acqua, ad una pressione uniformemente distribuita sul paramento non minore del 5% di quella idrostatica al piede.

Le predette forze addizionali potranno essere ridotte alla meta' per le zone sismiche di seconda categoria.

Nelle dighe di calcestruzzo armato gli sforzi di trazione complessivi, ottenuti tenendo conto anche delle forze addizionali sopraindicate potranno affidarsi all'armatura metallica, omettendo la verifica degli sforzi concomitanti nel calcestruzzo che avvolge detta armatura.

Per aree riconosciute terremotate in base alla loro storia sismica, anche se appartenenti a Comuni non compresi nell'elenco allegato al regio decreto-legge 22 novembre 1937, numero 2105 e successivi, potra' essere fatto obbligo ai progettisti di osservare le norme precedenti ed in tal caso l'area sara' riportata alla prima o alla seconda categoria in base all'entita' e alla frequenza dei sismi che vi si sono verificati. Qualora le caratteristiche geologiche della localita' dello sbarramento si presentino in modo particolarmente favorevole potranno essere

adottate azioni dinamiche ridotte rispetto a quelle prescritte nei precedenti commi, anche se la localita' ricade in Comuni iscritti alla prima o seconda categoria.

#### Art. 26.

##### Sottopressioni

Ai fini delle verifiche di stabilita' e resistenza sara' messa in conto, sulle sezioni orizzontali, convenzionalmente, insieme con le consuete forze verticali una sottospinta, diretta verso l'alto, intesa come risultante di sottopressioni agenti sulle sezioni stesse.

Si indichera' piu' avanti, per ognuno dei tipi di sbarramento considerati, come siano da assumere e da ritenere distribuite le sottopressioni che generano detta sottospinta.

#### Art. 27.

##### Prove su modello

A completamento dei calcoli di stabilita', resistenza ed idraulici saranno sempre utili prove su modello. Queste potranno essere prescritte in casi di particolare importanza.

#### Art. 28.

##### Particolarita' costruttive

a) Franco e coronamento. Il franco non sara' inferiore a un metro, qualunque sia il tipo dello sbarramento murario.

Sul coronamento dovra' essere assicurato almeno un passaggio di servizio dall'una all'altra sponda, con larghezza adeguata alle necessita' della manutenzione, ed eventualmente del traffico stradale.

Quando lo sbarramento sia tracimabile, nella zona, di tracimazione il profilo della sezione trasversale dovra' soddisfare, oltre che ai requisiti di stabilita' e resistenza, alla condizione che la lama tracimante si adagi su di esso fino al piede del paramento di valle senza determinare depressioni, oppure se ne stacchi sotto la cresta con dispositivi che ne garantiscono la aereazione al disotto. In ogni caso dovra' essere esclusa la possibilita' di fatti erosivi al piede dello sbarramento, portando la dissipazione dell'energia della lama tracimante lontano dal piede stesso, oppure adottando adeguati dispositivi di dissipazione.

b) Cunicoli d'ispezione e drenaggi. In prossimita' del piede del paramento di monte e lungo l'intero sviluppo di esso sara' ricavato, di norma, quando e dove lo spessore lo permetta, un cunicolo praticabile, al quale faranno capo le estremita' superiori delle perforazioni di drenaggio nella roccia e quelle interiori delle eventuali canne drenanti nel corpo dello sbarramento.



Dovra' essere possibile misurare, sia pure con mezzi semplici, le permeazioni raccolte da ognuna di esse; sara' pure opportuno che il cunicolo abbia dimensioni che permettano l'esecuzione di nuovi fori e di iniezioni.

c) Giunti di costruzione, sospensioni stagionali. Sara' necessario che durante la costruzione vengano lasciati dei giunti atti a consentire per un congruo periodo di tempo il libero sviluppo del ritiro e delle correlative deformazioni.

Dopo ogni sospensione della costruzione, che duri oltre l'inizio dell'indurimento dei getti o delle malte, le superfici di ripresa saranno accuratamente preparate con scarnitura, ravvivamento e perfetta pulitura. Per le sospensioni stagionali l'andamento delle superfici di ripresa sara' stabilito avendo presenti la distribuzione delle sollecitazioni nella struttura e le esigenze della stabilita' allo scorrimento, e si adotteranno altresì i provvedimenti necessari per assicurare la tenuta.

## B) SBARRAMENTI A GRAVITA' MASSICCI

### Art. 29.

Caratteristiche. Verifiche di stabilita' e resistenza

Hanno profilo fondamentale triangolare e sezioni orizzontali piene.

Le verifiche di stabilita' saranno condotte per le sezioni di

fondazione e per ogni altra sezione orizzontale con riferimento alle seguenti condizioni di carico:

a) a serbatoio vuoto: solo peso proprio;

b) a serbatoio pieno: peso proprio, spinta idrostatica, sottospinta e, se del caso, spinta del ghiaccio e azioni sismiche.

Quando siano previsti i drenaggi, le sottopressioni determinanti la sottospinta si assumeranno linearmente decrescenti da un valore pari alla pressione idrostatica in corrispondenza del paramento di monte, alla frazione  $n$  di questa pressione in corrispondenza della linea dei drenaggi, indi al valore zero in corrispondenza del paramento di valle.

Qualora esista un carico idrostatico anche a valle, le sottopressioni verranno considerate distribuite come segue:

pari ai rispettivi carichi idrostatici in corrispondenza dei paramenti di monte e di valle;

pari a quest'ultimo aumentato della frazione  $n$  della differenza fra i due in corrispondenza dei drenaggi se esistono;

variabili linearmente fra un valore e l'altro nei tratti intermedi.

In relazione alle caratteristiche di permeabilita' della roccia di fondazione e alla reciproca distanza dei drenaggi, per  $n$  sara' assunto, caso per caso, un valore compreso fra 0,3 e 0,5.

In assenza dei drenaggi la sottopressione si assumerà variabile linearmente dal valore uguale a quello del carico idrostatico a monte a quello del carico idrostatico a valle oppure a zero se questo non esiste.

Per opere di limitata importanza sarà tuttavia consentito di mettere in conto una frazione soltanto del carico in corrispondenza del paramento di monte, frazione che dovrà tuttavia essere non inferiore alla metà del carico stesso.

Per ogni sezione orizzontale dovrà risultare:

a) a serbatoio vuoto: sollecitazioni principali ai lembi non superiori al carico di sicurezza del materiale, se di compressione; non superiori a 3 kg/cm<sup>3</sup> se di trazione;

b) a serbatoio pieno:

1) rapporto fra la somma delle forze orizzontali e la somma delle forze verticali sopra specificate, compresa la sottospinta, non superiore a 0,75; per la sezione di fondazione tale limite dovrà essere convenientemente ridotto qualora lo richieda la natura della roccia;

2) sollecitazioni principali ai lembi ovunque positive (di compressione) e non superiori al carico di sicurezza del materiale.

Qualora i periodici controlli durante l'esercizio portassero a constatare valori delle sottopressioni superiori a quelli ammessi nel calcolo, il Servizio dighe potrà disporre limitazioni nell'invaso finché non siano adottati provvedimenti atti a ridurli nei limiti di progetto.

#### Art. 30.

##### Giunti permanenti, drenaggi, superfici di fondazione

La struttura muraria sarà suddivisa da giunti permanenti, secondo piani verticali normali all'asse dello sbarramento, posti a distanze reciproche dipendenti dai materiali impiegati e anche dalle condizioni climatiche e di esposizione, e comunque sufficienti a prevenire incrinature. Di norma si disporranno in corrispondenza di tali giunti canne di drenaggio presso il paramento di monte e si effettueranno perforazioni drenanti in fondazione.

La superficie di fondazione avrà di norma, nella direzione normale all'asse dello sbarramento, andamento orizzontale o, meglio, lievemente ascendente da monte a valle. Soltanto quando la giacitura dell'eventuale stratificazione sia pendente verso monte e la qualità della roccia lo consenta, potranno essere ammesse lievi pendenze verso valle, ma con gradoni in contropendenza di altezza moderata e a spigoli smussati.

#### C) SBARRAMENTI A GRAVITA' ALLEGERITI

#### Art. 31.

##### Caratteristiche e verifiche di stabilità e resistenza

Sono costituiti da una successione di elementi indipendenti con profilo fondamentale triangolare, a reciproco contatto lungo il paramento di monte ed eventualmente luogo quello di valle. Ogni elemento risulta così costituito da un contrafforte, pieno o cavo, con una espansione a monte ed eventualmente anche una a valle.

Dato caratteristico ai fini della verifica di stabilità e' il valore del rapporto fra l'interasse di due elementi affiancati e lo spessore minimo del contrafforte, o la somma degli spessori minimi, se il contrafforte e' cavo. Quando questo rapporto e' uguale o minore di due, la verifica di stabilità dell'elemento si condurrà con le norme stabilite per gli sbarramenti massicci; qualora risultasse uguale o maggiore di quattro, l'opera verrà considerata come una struttura speciale.

Quando infine il detto rapporto sarà compreso fra 2 e 4, per almeno 2/3 dell'altezza dell'elemento, la verifica di stabilità verrà condotta per ogni contrafforte secondo le norme indicate nell'art. 29 per gli sbarramenti massicci con l'avvertenza che le sottopressioni si riterranno agenti soltanto sotto la espansione di monte del contrafforte, riducendosi a zero al termine di essa. Qualora entro l'espansione stessa siano praticati dei drenaggi la sottopressione sarà ridotta in corrispondenza di essi nel modo indicato dall'art. 29.

#### Art. 32.

##### Giunti permanenti. Superfici di fondazione

La superficie verso acqua dell'espansione di monte di ogni contrafforte sarà sagomata in pianta secondo una curva o una spezzata convessa verso acqua; le parti di diverso spessore di uno stesso contrafforte saranno raccordate con adeguata gradualità.

Fra ogni coppia di espansioni a contatto sarà disposto un giunto permanente in piano verticale; la larghezza di ogni espansione sarà contenuta entro limiti tali da escludere la possibilità di fessurazioni verticali per ritiro o variazioni termiche.

La superficie di fondazione di ogni elemento dovrà presentare, nel suo complesso, modesta pendenza verso monte in direzione normale all'asse dello sbarramento. Nella direzione dell'asse essa dovrà essere sensibilmente orizzontale per la larghezza del gambo. Nel caso di elemento doppio converrà evitare un eccessivo dislivello fra le superfici di appoggio dei due gambi, adottando accorgimenti costruttivi atti ad escludere ogni timore nei riguardi delle sollecitazioni secondarie determinantisi nella struttura in conseguenza delle disuniformi deformazioni dell'elemento.

Per gli elementi di notevole altezza si adotteranno provvedimenti costruttivi atti ad evitare fessurazioni per effetto del ritiro.

#### D) SBARRAMENTI A VOLTA

#### Art. 33.

##### Caratteristiche generali e suddivisioni

Sono strutture con sezioni orizzontali arcuate e impostate contro roccia, direttamente o attraverso una struttura intermedia di ripartizione (pulvino).

Il tipo e' ammissibile quando la roccia di imposta presenti adeguate caratteristiche di resistenza e di uniformita' o sia sicuramente suscettibile di acquisirle a seguito di adatti trattamenti.

Si distinguono convenzionalmente in:

a) sbarramenti ad arco, quando sono progettati e verificati ammettendo che la resistenza alla spinta dell'acqua, ed eventualmente del ghiaccio, alle azioni sismiche ed a quelle derivanti dalle variazioni termiche e dal ritiro sia sopportata unicamente per l'effetto arco;

b) sbarramenti ad arco-gravita', quando sono progettati e verificati ammettendo che la resistenza predetta sia ripartita tra l'effetto arco e l'effetto mensola;

c) sbarramenti a cupola, quando sono progettati e verificati come piastre a doppia curvatura.

#### Art. 34.

##### Variazioni termiche e ritiro

Nella verifica degli sbarramenti a volta, oltre alle forze agenti sulla struttura e specificate piu' avanti per i vari sottotipi, debbono sempre essere messi in conto separatamente gli effetti delle variazioni termiche e quelli dovuti al ritiro.

La distribuzione e le variazioni della temperatura interna della struttura verranno dedotte dalle vicende della temperatura dell'aria e dell'acqua, potendosi ammettere che nel corso dell'anno queste seguano andamento sinusoidale, con massimo e minimo da stabilire in base all'esame dei regimi termici rispettivi, osservati o presunti.

L'effetto del ritiro e dell'esaurimento del calore di presa sara' equiparato a quello di un abbassamento uniforme della temperatura compreso fra 5° e 10° a seconda delle caratteristiche termiche del calcestruzzo, delle condizioni climatiche della zona e delle dimensioni della struttura. Tale effetto potra' essere ridotto del 50% quando accorgimenti costruttivi (come costruzione per conci e saldatura dei giunti dopo adeguato periodo di tempo, raffreddamento artificiale dei materiali e del calcestruzzo) offrano particolari garanzie di efficacia.

#### Art. 35.

##### Verifiche di stabilita' e resistenza

a) Sbarramento ad arco. La verifica si effettuera' mettendo in conto soltanto il comportamento elastico degli archi. Quindi per la condizione di serbatoio vuoto si calcoleranno per gli archi le sollecitazioni derivanti dalle variazioni termiche e dal ritiro e quando necessario, dal peso proprio; per la condizione di serbatoio

pieno, oltre agli, effetti delle variazioni termiche, del ritiro ed eventualmente del peso proprio, si metteranno in conto la spinta idrostatica, quella eventuale del ghiaccio e le azioni sismiche, come indicato agli articoli 24 e 25.

b) Sbarramenti ed arco-gravita'. La verifica sara' eseguita per le condizioni sia di serbatoio pieno sia di serbatoio vuoto, tenendo conto, oltre che del comportamento elastico degli archi (effetto arco), anche del comportamento elastico delle mensole (effetto mensola).

Le azioni sollecitanti sono quelle indicate nel precedente comma.

c) Sbarramenti a cupola. Dovranno essere calcolati sulla base della teoria dei solidi a doppia curvatura resistenti alla flessione.

Le azioni sollecitanti da mettere in conto sono quelle indicate nel comma a).

In tutte e tre i tipi di sbarramento le sollecitazioni principali massime dovranno risultare:

a) a serbatoio vuoto, per effetto del peso proprio e delle eventuali azioni sismiche; a serbatoio pieno, per effetto delle forze precedenti piu' la spinta idrostatica e quella eventuale del ghiaccio:

1) se di compressione: non maggiori del carico di sicurezza stabilito a norma dell'art. 22;

2) se di trazione: non maggiori di 5 kg/cm quadri che potranno salire a 8 Kg/cm quadri qualora sia verificata la condizione che il rapporto fra il valore della sollecitazione a trazione e quello a compressione, calcolati ai lembi opposti di una stessa sezione orizzontale, non superi 0,25;

b) a serbatoio vuoto e pieno, e per effetto delle forze agenti considerate in a) piu' le variazioni termiche ed il ritiro:

1) se di compressione: inferiori al carico di sicurezza stabilito a norma dell'art. 22, aumentato del 20% di detto carico;

2) se di trazione: non maggiori di 8 kg/cm quadri che pero' potranno salire a 12 kg/cm quadri qualora sia soddisfatta la condizione che il rapporto fra il valore della sollecitazione a trazione e quello a compressione, calcolati ai lembi opposti di una stessa sezione orizzontale, non superi 0,25.

Nelle parti adeguatamente armate le massime sollecitazioni a trazione nel calcestruzzo, tenuto conto della solidarieta' con l'armatura, potranno anche superare, di non oltre il 20%, i valori limiti indicati nel comma precedente.

Per le dighe ad arco-gravita', quando nel diagramma di ripartizione del carico idrostatico l'effetto mensola prevalga sull'effetto arco, occorrera' considerare anche le sottopressioni.

Art. 36.

Modalita' costruttive

La superficie d'imposta sara' sempre sufficientemente arrientrata ai due lati nella roccia viva e le sue intersezioni con le sezioni orizzontali risulteranno il piu' possibile radiali, in modo che i singoli anelli abbiano imposte prossimamente normali al loro asse geometrico.

Saranno di norma predisposti drenaggi di fondazione e, nei casi in cui l'effetto mensola sia notevole, anche drenaggi nel corpo murario in prossimita' del paramento di monte.

#### E) SBARRAMENTI CON PARETI DI RITENUTA A VOLTE O SOLETTE SOSTENUTE DA CONTRAFFORTI

##### Art. 37.

##### Caratteristiche

La parete di ritenuta e' costituita da una successione di volte o di solette, vincolate a contrafforti di sostegno con profilo fondamentale triangolare.

Il tipo non e' ammesso nelle zone riconosciute sismiche e puo' essere adottato soltanto se tra le fondazioni dei contrafforti contigui sussistono moderati dislivelli, e quando la roccia di appoggio presenti adeguate caratteristiche di resistenza e di uniformita' per tutti i contrafforti.

I contrafforti saranno fra di loro robustamente controventati e, se del caso, saranno convenientemente allargati e rinforzati alla base e in prossimita' dei paramenti.

Le solette fra coppie contigue di contrafforti saranno strutturalmente indipendenti e il loro collegamento ai contrafforti non ne dovra' ostacolare le deformazioni termiche e il ritiro.

Di regola non sara' ammessa la tracimazione. Qualora, in casi speciali, vi si dovesse far ricorso, sara' da escludere ogni possibilita' di caduta d'acqua fra i contrafforti e di erosione al piede di questi, provvedendo affinche' la lama stramazante si adagi sopra apposita superficie di sostegno, opportunamente profilata e appoggiata sui contrafforti.

##### Art. 38.

##### Verifiche di stabilita' e resistenza

La verifica dei contrafforti verra' effettuata con le norme indicate all'art. 29.

La sottopressione si supporra' variabile linearmente dal valore idrostatico in corrispondenza del paramento di monte fino al valore zero ad una distanza da detto paramento pari a due volte lo spessore del contrafforte.

La verifica delle volte potra' essere effettuata considerando archi elementari indipendenti normali alle generatrici, vincolati ai contrafforti e soggetti all'azione della componente normale del peso proprio, alla pressione idrostatica (variabile lungo l'arco, se la volta e' inclinata), agli effetti delle variazioni termiche e del ritiro, ed eventualmente alla spinta del ghiaccio, come indicato per gli sbarramenti ad arco.

Se le volte tra i contrafforti sono a doppia curvatura esse potranno essere calcolate con i criteri relativi alle cupole. Se tra i contrafforti sono poste delle solette, la verifica sara' eseguita usando i metodi consueti per il calcolo di esse ed eventualmente considerandole come lastre piane soggette a carico variabile linearmente.

Le sollecitazioni principali dovranno risultare:

- a) se di compressione non maggiori del carico di sicurezza del materiale;
- b) se di trazione non maggiori di 6 kg/cm quadri sul paramento di monte e non maggiori di 10 kg/cm quadri sul paramento di valle.

### CAPITOLO III

#### SBARRAMENTI IN MATERIALI SCIOLTI

##### A) DISPOSIZIONI GENERALI

#### Art. 39.

##### Definizione e norme

A seconda della natura del materiale usato e delle modalita' della posa in opera possono essere:

- 1) in terra;
- 2) in muratura a secco;
- 3) in pietrame alla rinfusa (scogliera).

Per questi sbarramenti non e' ammessa, in nessun caso, la tracimazione; a tale fine deve essere esaurientemente dimostrata la sufficienza degli organi di scarico a smaltire la portata di massima piena calcolata con largo margine di sicurezza, rispettando il franco prescritto all'art. 41.

#### Art. 40.

##### Terreno d'appoggio e fondazione

Dovranno essere svolte accurate indagini nel terreno di appoggio, interessando l'intera zona d'imposta, con prelevamento di un congruo numero di campioni indisturbati, cosi' da accertarne tutte le caratteristiche geotecniche ed in particolare la permeabilita'.

Qualora dalle dette indagini il terreno d'appoggio risulti pressoché impermeabile e con caratteristiche meccaniche compatibili con i massimi carichi cui sara' assoggettato, sara' sufficiente, qualunque sia il tipo strutturale adottato, provvedere all'ammorsamento del rilevato su tutta la superficie d'imposta mediante la semplice asportazione dello strato corticale del terreno e la sua successiva aratura.

Se invece il terreno di appoggio risulterà permeabile, oltre agli accorgimenti predetti, i dispositivi di tenuta in fondazione saranno studiati in modo da raggiungere, possibilmente, la sottostante formazione impermeabile o quanto meno escludere ogni pericolo di filtrazioni dannose.

#### Art. 41.

##### Franco, ubicazione degli organi di scarico

Il franco rispetto al livello di massimo invaso non dovrà essere inferiore all'altezza della semionda presumibile nel lago aumentata di m. 1,5.

Le opere di scarico e di presa dovranno di regola essere disposte fuori dello sbarramento. Potrà tuttavia consentirsi che esse siano ubicate nel corpo della diga quando sia assicurata con adatte disposizioni, da approvarsi caso per caso, la tenuta al contatto con la parte impermeabile dello sbarramento (nucleo, schermo o manto).

Gli scarichi di superficie saranno preferibilmente a soglia fissa. Qualora si adottassero organi mobili, essi dovranno essere dei tipi più semplici e di sicuro funzionamento, e frazionati in più elementi indipendenti.

#### B) SBARRAMENTI IN TERRA

#### Art. 42.

##### Caratteristiche e verifiche di stabilità

Il profilo della sezione trasversale sarà determinato in base alle caratteristiche geotecniche dei materiali e delle miscele che si prevede di impiegare per la costruzione del rilevato e al loro sistema di costipamento nonché alle caratteristiche dei terreni di fondazione: caratteristiche che dovranno essere dedotte da prove eseguite in laboratori specializzati.

Nei progetti di massima le pendenze medie assunte per i paramenti del rilevato non potranno superare i limiti seguenti in relazione all'altezza dello sbarramento:

paramento di monte: uno di altezza

inferiore a 15 m. < su due di base;

paramento di valle: due su tre.

paramento di monte: uno su due e

tra 15 e 30 m. < mezzo;

paramento di valle: uno su due

superiori a 30 m. - per ambedue i paramenti pendenze

medie convenientemente inferiori

alle precedenti.



Il profilo dei paramenti verra' determinato in via definitiva in base ai risultati delle prove geotecniche e presentera' di regola inclinazioni decrescenti dall'alto verso il basso. Il profilo del paramento di valle potra' inoltre essere interrotto con banchine.

La pendenza massima del paramento di monte non potra' in ogni modo superare il valore di uno su due e quella del paramento di valle il valore di due su tre.

La larghezza in sommita' sara' non inferiore a 3 m. per altezze fino a 15 m., a un quinto dell'altezza per altezze comprese tra 15 e 30 m. a 6 m. per altezze superiori a 30 metri.

Le verifiche di stabilita' saranno effettuate per posizioni diverse del livello dell'acqua nel serbatoio e della linea di saturazione nel corpo della diga. In ogni caso saranno considerate le seguenti condizioni:

- a) serbatoio vuoto a seguito di rapido vuotamento;
- b) serbatoio pieno con livello al massimo invaso.

Dovra' essere dimostrato che, con il profilo assunto, il rapporto, tra le forze che si oppongono allo scorrimento e quelle che tendono a produrlo non risulti inferiore a 1,4 per ciascuna delle possibili superfici cilindriche di scorrimento.

#### Art. 43.

##### Modalita' costruttive

La tenuta sara' assicurata mediante uno schermo o un nucleo impermeabile oppure, per sbarramenti di limitata altezza, costruendo l'intera opera con materiale impermeabile.

I paramenti e il coronamento saranno protetti contro ogni causa di deterioramento.

Con adatti dispositivi (filtri, drenaggi, ecc.), sara' impedita ogni asportazione per filtrazioni diffuse o concentrate di materiale di granulometria minuta, dal terreno di fondazione e dal rilevato.

Di norma converra' a tale fine disporre, un efficace drenaggio all'unghia del parametro di valle. Gli elementi di tenuta (schermi o nuclei) dovranno inoltre essere elevati al disopra del massimo invaso in misura sufficiente ad evitare il sormonto per capillarita'.

#### Art. 44.

##### Deroghe dalle prescrizioni precedenti

Per sbarramenti di altezza compresa tra 10 e 15 metri destinati a creare serbatoi di capacita' non eccedente i 100.000 metri cubi, che non sottendano estesi bacini imbriferi e non siano ubicati in localita' sovrastanti a centri abitati, potranno ammettersi deroghe dalle prescrizioni di cui ai precedenti articoli, quale l'abolizione del rivestimento del paramento di monte ed eventualmente del coronamento.

## C) SBARRAMENTI IN MURATURA A SECCO

## Art. 45.

## Caratteristiche e verifiche di stabilita' e resistenza

Sono costituiti con pietrame di diversa pezzatura disposto e sistemato a mano. La larghezza in sommita' non sara' inferiore a 3 m.

per altezze fino a 30 m., a un decimo dell'altezza per valori della stessa compresi tra 30 e 60 m. ed a 6 m. per valori superiori a 60 m.

L'inclinazione dei paramenti potra' assumersi decrescente dalla sommita' alla base ed i profili potranno essere interrotti da banchine.

Nei progetti di massima la pendenza del paramento di monte non dovra' essere superiore ad uno di altezza su 0,7 di base e quella del paramento di valle non superiore ad uno su uno. Lo spessore secondo ogni sezione orizzontale non sara' inferiore a 1,8 dell'altezza della struttura sovrastante.

Nel progetto esecutivo dovra' essere verificata la stabilita' allo scorrimento con livello di massimo invaso nel serbatoio (o livello alla, quota di sfioro con la spinta del ghiaccio), e tenendo conto del peso specifico del materiale e del volume effettivo dei vuoti che dovra' essere possibilmente contenuto entro il 30% e che comunque sara' convenientemente controllato. Il coefficiente di attrito sara' assunto in relazione alla natura della fondazione, ma non potra' eccedere il valore 0,30.

## Art. 46.

## Dispositivi di tenuta

La tenuta dello sbarramento dovra' essere assicurata con uno schermo impermeabile disposto sul paramento di monte e provvisto di giunti atti a fronteggiare sia gli effetti termici sia gli assestamenti della struttura. Esso si congiungera' al piede con un maglione impermeabile, convenientemente incassato sul fondo e sui fianchi.

## Art. 47.

## Materiali e modalita' costruttive

Il pietrame da impiegare dovra' essere resistente agli agenti atmosferici, non facilmente alterabile ed avere adatte caratteristiche meccaniche.

Esso sara' accuratamente sistemato a mano, in strati a profilo trasversale a culla, evitando corsi regolari.

In prossimita' dei paramenti saranno disposti blocchi di maggiori dimensioni e di forma piu' adatta per ottenere ivi una struttura piu' chiusa.

In particolare sul paramento di monte si dovra' procedere ad una accurata chiusura dei vuoti superficiali con scaglie, al rimbocco e spianamento della superficie con malta di cemento ed alla applicazione di uno strato di materiale bituminoso prima

della esercitazione del manto di tenuta.

#### D) SBARRAMENTI IN PIETRAMA ALLA RINFUSA (SCOGLIERA)

##### Art. 48.

###### Caratteristiche e verifiche di stabilita' e resistenza

Sono costituiti da pietrame gettato alla rinfusa e convenientemente costipato e innaffiato; la tenuta e' assicurata da un manto continuo disposto sul paramento di monte o da un nucleo interno impermeabile in materiale sciolto.

La sezione trasversale avra' forma fundamentalmente trapezia e la larghezza in sommita' non inferiore a 1/10 dell'altezza ed in nessun caso minore di 3 metri; l'inclinazione dei paramenti potra' assumersi decrescente dalla sommita' alla base e i profili potranno essere interrotti da banchine.

Nei progetti di massima, quando la struttura di tenuta sia disposta in corrispondenza del paramento di monte, la pendenza di tale paramento non dovra' essere superiore a uno su uno, se si tratta di struttura continua appoggiata sul paramento, a due di altezza su tre di base se si tratta di struttura in materiale sciolto; la pendenza media del paramento di valle non dovra' essere superiore a due su tre. Quando la tenuta sia assicurata da un nucleo interno in materiale sciolto verticale o poco inclinato, la pendenza media non dovra' essere superiore a due su tre per il paramento di monte e a due su cinque per quello di valle.

Nel progetto esecutivo dovra' essere verificata la stabilita' allo scorrimento con livello di massimo invaso nel serbatoio (o livello alla quota di sfioro con l'aggiunta della spinta del ghiaccio) e tenendo conto del peso specifico del materiale e del volume effettivo dei vuoti, che dovra' essere convenientemente controllato. Il coefficiente di attrito sara' assunto in relazione alla natura del materiale e della fondazione, ma non potra' eccedere il valore 0,30.

##### Art. 49.

###### Dispositivi di tenuta

La tenuta dello sbarramento sara' assicurata da un manto impermeabile continuo appoggiato sul paramento di monte oppure mediante un nucleo interno impermeabile di terra o di adeguata miscela. In ogni caso l'elemento di tenuta del rilevato dovra' essere collegato con le sottostrutture di impermeabilizzazione.

Lo schermo di monte sara' adagiato su uno strato di adeguato spessore di muratura a secco e dovra' essere messo in grado, mediante opportuni dispositivi, di fronteggiare sia gli effetti termici sia gli assestamenti della struttura. Il nucleo dovra' essere protetto sui due paramenti da strati di materiale permeabile di adatta granulometria che impediscano l'asportazione di materiale dal nucleo stesso.

##### Art. 50.

###### Materiali e modalita' costruttive

Il materiale da impiegare dovrà essere resistente agli agenti atmosferici, non facilmente alterabili ed avere buone caratteristiche meccaniche.

Sarà posto in opera per strati successivi di diversa spessore a seconda delle dimensioni medie del pietrame. Quando si adottino strati di piccolo spessore il materiale dovrà essere accuratamente costipato con mezzi meccanici. Per strati di spessore notevole il materiale dovrà essere anche innaffiato durante la posa in opera con getti a pressione elevata e con acqua abbondante.

#### CAPITOLO IV TRAVERSE FLUVIALI

##### Art. 51.

##### Definizione e norme

Per traverse fluviali si intendono gli sbarramenti che determinano, un rigurgito contenuto nell'alveo del corso d'acqua.

Sono soggette al presente regolamento quelle che danno luogo nell'alveo ad un volume d'invaso, fra profilo di rigurgite massimo e profilo di magra, superiore a 100.000 me qualunque sia il dislivello fra la quota di massima ritenuta e la quota minima del pelo liquido a valle.

Prima dell'esecuzione dell'opera sarà accuratamente rilevata la costituzione del terreno di fondazione per accertarne l'idoneità a sopportare i carichi trasmessi dallo sbarramento e, nel caso che le strutture di fondazione siano contenute nel materiale alluvionale, per determinarne le caratteristiche di permeabilità allo scopo di poter fare previsioni sul moto di filtrazione che verrà a stabilirsi al disotto delle fondazioni stesse.

In relazione a tale moto di filtrazione dovrà essere dimostrata la stabilità dei materiali d'alveo.

Le verifiche di stabilità dovranno essere condotte sia per le pile come per le strutture intermedie (platee) considerando le condizioni di lavoro più sfavorevoli e tenendo conto dei pesi della struttura, di quelli delle paratoie, degli sforzi per la manovra di queste ultime, della spinta idrostatica e delle sottopressioni in fondazione.

In particolare per le platee dovrà essere verificato che il componente verticale della sottospinta risultante dalle sotto pressioni sia inferiore al peso della platea stessa e della lama d'acqua (valutata con l'altezza minima sulla platea). Dovrà inoltre effettuarsi la verifica allo scorrimento della platea e delle pile.

Per la determinazione della sollecitazione sul terreno non si terrà conto della sottopressione sulle fondazioni.

Il progetto dovrà altresì considerare:

1) la difesa dalle erosioni del fondo e delle sponde a valle della struttura, in base a esperienze su modello per le opere più importanti;

- 2) il rigurgito provocato dalla struttura ed i conseguenti provvedimenti di difesa a monte;
- 3) la sicurezza e rapidita' della manovra delle paratoie.

## CAPITOLO V TIPI VARI

### Art. 52.

#### Definizioni e norme

Sono da considerare di tipo vario tutti gli sbarramenti diversi da quelli di cui ai precedenti capitoli.

Possono essere considerati come strutture speciali, convenienti in particolari condizioni, non classificabili in senso generale.

Il giudizio sui progetti di tali strutture e le norme di esecuzione saranno dati, per ogni singolo caso, tenuto conto di quanto stabilito dal presente regolamento per i tipi strutturali piu' prossimamente simili.

Visto, il Ministro per i lavori pubblici

TOGNI